



PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

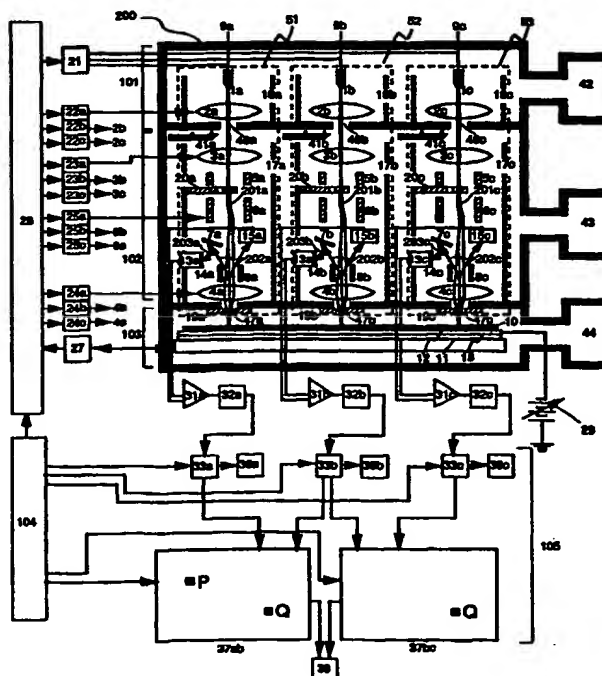
<p>(51) 国際特許分類 G01N 23/225, H01L 21/66, H01J 37/16, 37/18, 37/244, 37/28</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO99/50651</p> <p>(43) 国際公開日 1999年10月7日(07.10.99)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP98/01402</p> <p>(22) 国際出願日 1998年3月27日(27.03.98)</p> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 日立製作所(HITACHI, LTD.)(JP/JP) 〒101-8010 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 村越久弥(MURAKOSHI, Hisaya)(JP/JP) 矢島裕介(YAJIMA, Yusuke)(JP/JP) 品田博之(SHINADA, Hiroyuki)(JP/JP) 野副真理(NOZOE, Mari)(JP/JP) 高藤敦子(TAKAFUJI, Atsuko)(JP/JP) 梅村 馨(UMEMURA, Kaoru)(JP/JP) 長谷川正樹(HASEGAWA, Masaki)(JP/JP) 黒田勝広(KURODA, Katsuhiko)(JP/JP) 〒185-8601 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社 日立製作所 中央研究所内 Tokyo, (JP)</p>		<p>(74) 代理人 弁理士 小川勝男(OGAWA, Katsuo) 〒100-8220 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 株式会社 日立製作所内 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54)Title: PATTERN INSPECTION DEVICE

(54)発明の名称 パターン検査装置

(57) Abstract

In a pattern inspection device, detect signals which are nearly simultaneously obtained from identical circuit patterns are compared with each other by arranging three or more electrooptic systems. In addition, the areas near a plurality of electron sources are characterized by always maintaining it at high degrees of vacuum by evacuating an electron gun chamber mounted with a plurality of electron sources independently from a sample chamber. In addition, electric fields and magnetic fields are confined in each electrooptic system by means of a shielded electrode which can evacuate an electron beam passage to a high degree of vacuum and, at the same time, secondary electrons or reflected electrons are detected in the same optical system by accelerating the secondary electrons or reflected electrons toward the electron sources in the axial direction of the electron beam by setting a sample to a negative voltage. Therefore, the defect discrimination of pattern inspections can be performed simultaneously and, at the same time, the throughput of the inspections can be improved in proportion to the number of the electrooptic systems. Moreover, three or more electron sources can be operated stably in high-vacuum states and, at the same time, accurate inspections can be carried out by detecting signals from the closely arranged electrooptic systems with high accuracy.



(57)要約

本発明のパターン検査装置では電子光学系を少なくとも3本以上配置し、同一の回路パターン同士でほぼ同時に得られた検出信号を比較する。さらに、複数の電子源を搭載した電子銃室を試料室とは独立に真空排気することによって複数の電子源近傍の真空度を常に高真空に保つことを特徴とする。また、電子線通路を高真空排気可能な遮蔽電極で電界および磁界を各電子光学系内に封じ込めることとともに、試料に負の電圧を設定して二次電子や反射電子を電子線光軸の電子源側の方向に加速することによって、二次電子や反射電子を同一光学系内で検出することを特徴とする。これにより、パターン検査の欠陥判定を同時に行えるとともに、電子光学系の数に比例して検査のスループットが向上する。さらに、3本以上の電子源を高真空状態で安定動作させることができるとともに、密集した電子光学系からの信号を高精度に検出できて正確な検査を行うことができる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LI リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロヴァキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シェラ・レオネ
BB バルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジランド
BF ブルキナ・ファソ	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴ
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサウ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルク
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダード・トバゴ
CG コンゴ	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モーリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS アイスランド	NE ニジェール	VN ヴェトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

## 明細書

## パターン検査装置

## 技術分野

- 5      本発明は半導体等のパターン検査装置およびパターン検査方法に係り、特に半導体等を高速に検査できるパターン検査装置およびパターン検査方法に関する。

## 背景技術

- 半導体装置の製造プロセスは多数のパターン形成工程を繰り返している。この  
10    各工程において製造条件が最適化されていないと、基板上に形成する半導体装置の回路パターンに異物や欠陥等の異常が発生してしまう。従って、製造プロセスではこの異常発生を早期に検出し、当該工程にフィードバックする必要がある。

- 一般に超 L S I 等の半導体装置の製造工程においては、1枚の半導体基板から同一の回路パターンを有するチップを多数取り出しているため、このパターン  
15    異常の検出には異なるチップ間で同一の回路パターン同士を比較する手法がとられている。電子線を用いて半導体ウェハの回路パターンを検査する検査装置においては、ウェハ全面を電子線で走査するためにばく大な時間を要するので、特に、電子光学系を2本配置する構成で異なるチップ間で同一の回路パターン同士を比較する方式が特開昭59-6537にて提示されている。

- 20      この公知例では異なるチップ間で同一の回路パターン同士に対して得られた検出信号の差信号がある基準値を超えたらパターンの異常と判定する構成としている。しかし、この構成では何れか一方に異常があることまでは判定できる

が、いったいどちらのパターンが異常なのかは判定することができない。異常の判定にはさらにもう一つ別のチップで得られるパターンとの比較が必須となる。

そのためには、この2つのチップの画像データを全て画像メモリに記憶して、別のチップへ移動して電子線を対応する同一パターンに照射して、判定することに

5 なる。従って、画像メモリとして大容量のものが必要になるし、別のチップに移動するまでの時間経過でシステムの安定性が損なわれる恐れが生じてしまう。

また、検査時間のスループットを向上させるためには試料上に大電流の微細な電子線プローブを照射しなければならない。そのためには、電子源の輝度は高輝度でなくてはならず、電子源として電界放出電子源が必須となる。但し、電界放

10 出電子源を安定に動作させるためには、電子源近傍の真空度を  $10^{-7}$  Pa 台以下にする必要がある。しかし、今までの構成では複数の電子光学系を電子銃の真空

度を高真空に保ちながら稠密に配置することは困難である。たとえば、上述の公知例では電子源近傍を試料室から真空排気する構成となっている。また、Journal

of Vacuum Science and Technology B14(6)の3776ページに記載された従来例な

15 どでは、図12に示すように電子光学系全体は一つのチャンバ内に置かれている。

従って、このような構成では電子源近傍を超高真空に排気するためには試料室も超高真空にしなければならない。しかしながら、レジスト等の化学物質を塗布し

たウェハは放出ガス量が多く、またウェハの移動を制御するステージの構造も複雑となるため、試料室を超高真空にすることは実質的に不可能であり、通常は真

20 空度を  $10^{-5}$  Pa 程度までしか改善することができない。仮に試料室の超高真空

化が実現できたとしても、試料を交換する際に試料室の真空度は低下するので、

交換後に試料室を超高真空排気するまでの時間を例えば一時間以上要することとなり、短時間に多数のウェハを検査することは不可能となる。

また、図 1 3 に示すように各電子光学系毎に電子銃室 1 0 1 と試料室 1 0 3 をそれぞれ別個の真空ポンプで排気する構成とすると、真空ポンプを多数配置しなければならぬし、真空ポンプを設置する空間を多く設けなくてはならず、例えば、図 1 3 の中央の電子光学系に真空ポンプを配置するためには稠密配置は不可能となってしまふ。

さらに、通常の検出手段では電子光学系を稠密に配置すると、試料に電子線を照射して得られた二次電子や反射電子 3 0 2 を同一の電子光学系内に留めておくことが困難になってしまう。すなわち、複数配置された電子光学系で二次電子や反射電子 3 0 2 を検出する手段としては、図 1 5 に示すように最終段レンズの裏面に検出器 1 3 を配置して検出する方法が Journal of Vacuum Science and Technology B14(6)の 3775 ページに記載されているが、この構成だと二次電子や反射電子 3 0 2 を同一の電子光学系内に留めておくことが困難になり、例えば隣接する電子光学系内の検出器 1 3 に容易に二次電子や反射電子 3 0 2 が吸引されてしまい、正確なパターン検査ができなくなってしまう。また、試料に負電圧を印可することによって加速された二次電子を対物レンズ通過後に検出する方法が特開平 2 - 1 4 2 0 4 5 に記載されているが、二次電子の検出効率を向上させる具体的な構成については述べられていない。

本発明では、上記の課題を解決するための手段として、次のような構成としたことを特徴とするものである。すなわち、電子光学系を少なくとも3本以上配置し、異なるチップ間について同一の回路パターン同士で得られた検出信号を比較する。同時に取得する画像が3枚以上あればパターン欠陥の場所を同時に判定  
5 することができる。さらに、ステージが連続移動し、チップ内で同一のパターンが繰り返して存在し、それぞれの電子光学系で連続的に得られる画像を順次比較して比較する場合にも、電子光学系の数に比例して検査時間のスループットが向上する。

また、電子源1近傍の真空度を常に高真空に保つために、本発明では図14に  
10 示すように鏡体1つの中に電子光学系を3本以上配置して、且つ電子源1近傍あるいは電子源1と試料室103の中間に配置される中間室102近傍を共通の真空ポンプで真空排気する構成で電子光学系を稠密に配置できる構成とした。すなわち、複数の電子源1近傍を試料室近傍とは電子線が通過する微細な開口部を介してのみ通じており、試料室103近傍とは独立に真空排気することにより、  
15 電子源1近傍の真空度を常に高真空に保つ構成とした。

さらに、複数の電子光学系で発生した二次電子や反射電子がそれぞれの電子光学系で独立で検出できるために、図16に示すように試料から発生した二次電子や反射電子302を電子線光軸9の電子源側の方向に加速して、対向電極19に衝突しないまま対物レンズより電子源側に配置された検出器で検出できる構成  
20 とした。二次電子や反射電子302の電子線光軸9の垂直方向の速度は試料放出時から一定であるが、電子線光軸9方向に加速度が得られることによって、二次

電子や反射電子 302 の軌道は電子線光軸 9 方向に向くようになる。ここで、試料 10 と試料 10 に対向する対向電極 19 間に電圧 U を印加して、試料 10 が傾斜せず対向電極 19 とほぼ平行に置かれていると、試料 10 と対向電極 19 間にはほぼ一様な試料に平行な電界が分布する。そこで、平行電界と仮定すると、試料面にはほぼ平行な方向に出射した電子が対向電極に達するまで試料と平行方向に進む距離 R は、試料と電極間の距離を L、試料から放出される電子のエネルギーを eV とすると、

$$R = 2 \sqrt{\frac{eV}{eU}} L \quad (1)$$

で表わされる。実際は対向電極 19 に開口部があると、開口部付近で平行電界とならないが、R はおおむね (1) 式で近似することができる。一次電子線の試料上の走査幅を S を考慮すると、試料から放出された電子が対向電極で広がる領域は  $2R + S$  となる。そこで、(1) 式の放出電子エネルギーに反射電子の最大エネルギーすなわち一次電子線のエネルギーを代入して得られた R を  $R_{\max}$  とおき、対向電極の直径 D1 を

$$D1 > 2 R_{\max} + S \quad (2)$$

と選べば、反射電子および二次電子を対向電極より外側に逃がすことはなく、同一光学系内で収集できる。また、(1) 式の eV に 50 eV を代入して得られた R を  $R_{se}$  とおき、対向電極 19 の開口部の直径 D2 を

$$D2 > 2 R_{se} + S \quad (3)$$

と選べば、エネルギー 50 eV 以下の二次電子あるいは反射電子は全てこの対向電極の開口部を通過して電子源側に向かう。なお、走査幅 S が十分小さい場合

には(2)式、(3)式のSを省くことができる。以上より、上述した条件で対向電極の大きさ及び対向電極の開口部の大きさを設定すれば、試料より発生した二次電子あるいは反射電子を隣接光学系へ逃がすことなく、効率よく検出することができる。対向電極の開口部を通過した二次電子や反射電子302は対向電極  
5 の開口部を通過した後に対物レンズ4の作用を受ける。検出器13は対物レンズ4の上方に配置されており、対物レンズ作用を受け軌道が変わった二次電子や反射電子302をほとんど検出することができる。二次電子や反射電子302をこのように検出できれば、電子光学系が複数稠密配置された条件においても、二次電子や反射電子302を隣接光学系へ逃がすことなく効率よく検出することが  
10 できる。また、一次電子線301がほとんど偏向を受けずに二次電子や反射電子302が偏向作用を受けるような例えば、磁界と電界を交差させた偏向器を二次電子や反射電子302が電子線光軸方向に加速された後に通過するように配置して検出器方向へ偏向させる構成とすれば、二次電子や反射電子302をさらに効率よく検出することができる。また、一次電子線の開き角を制限する開口絞り  
15 は検出器より電子源側に配置させて、二次電子あるいは反射電子が開口絞りに衝突しないようにした。

また、本発明では、各光学系で発生した電磁界が周りの電子光学系に影響を及ぼさないように、図14に示すようにそれぞれの電子光学系で発生した電界あるいは磁界を同一光学系内で遮蔽し電子線通路を超高真空排気できるような構造  
20 を持つ遮蔽電極17を電子光学系の外周部に配置して、電子レンズや検出器からの滲みだし電界及び磁界が同一光学系内で閉じるようにした。



以上の構成により、本発明のパターン検査装置で電子光学系を3本以上同一鏡体内に稠密に配置して実時間でパターンの欠陥を判定することによって、検査の精度が向上するとともに、電子光学系の数に比例して検査速度が高速化される。

- また、3本以上の電子源近傍の真空度を常に高真空に保つことにより、試料室が
- 5 低真空度の状態、例えば試料交換時にも電子源を安定動作させることができる。
- さらに、他の電子光学系から電子線が偏向されることなく、パターンから検出された信号を各電子光学系内で独立に高精度検出できる。従って、パターン検査を高速、且つ正確に行うことができる。

#### 10 図面の簡単な説明

- 図1は本発明の第一実施例を示す構成図である。図2は本発明の第一実施例の分析手順を示す図である。図3は本発明の第一実施例の画像処理系の別の構成を示す構成図である。図4は本発明の第二実施例を示す構成図である。図5は本発明の第三実施例を示す構成図である。図6は本発明の第三実施例の構成を斜め上方
- 15 から見た図である。図7は本発明の第四実施例を示す構成図である。図8は本発明の第四実施例の構成を上から見た図である。図9、図10及び図11は遮蔽電極の構造を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

- 20 以下、本発明を実施例により説明する。本発明の第一の実施例は半導体パターンの回路検査に適用したもので、図1及び図2により説明する。

半導体装置の製造プロセスは図2に示すように、多数のパターン形成工程を繰り返している。パターン形成工程は大まかに、成膜、感光レジスト塗布、感光、現像、エッチング、レジスト除去、洗浄の各ステップにより構成されている。この各ステップにおいて製造条件が最適化されていないと、基板上に形成する半導体装置の回路パターンが正常に形成されない。例えば、図2の成膜工程で異常が発生するとパーティクルが発生し、ウェハ表面に付着し、孤立欠陥などが生じる。また、レジスト感光時に焦点や露光時間などの条件が最適でないと、レジストに照射する光の量や強さが多すぎる箇所、足りない箇所が発生し、ショートや断線、パターン細りを伴う。露光時のマスク、レチクル上に欠陥があると、同様のパターンの形状異常が発生しやすい。また、エッチング量が最適化されていない場合やエッチング途中に生成された薄膜やパーティクルにより、ショートや突起、孤立欠陥を始め、開口不良等も発生する。洗浄時には、乾燥時の水切れ条件によりパターン角部等に異常酸化が発生しやすい。従って、ウェハ製造プロセスではこれらの不良が発生しないように加工条件を最適化する必要があるとともに、異常発生を早期に検出し、当該工程にフィードバックする必要がある。そこで、本実施例ではn番目のパターン形成工程におけるレジスト感光、現像後に検査を適用する例について記載する。

以下、検査の実施例を詳細に説明する。図1にその構成図を示す。

電子光学系は第一電子光学系51、第二電子光学系52、第三電子光学系53の3つにより構成されているが、それらの電子光学系を一つの鏡体200内に設置することにより稠密に配置することができる。それぞれの電子光学系の構成

は同じであるので、以下の記述では各部の表示を簡略にして説明する。例えば電子源はそれぞれの光学系に1 a、1 b、1 cの三個あるが、以下は電子源1として説明する。電子光学系は電子源1、電子銃レンズ2、コンデンサレンズ3、対物レンズ4、ブランキング用偏向器5、走査偏向器6、反射板7、E×B偏向器8により構成されている。試料室102はX-Yステージ11、試料を保持するパレット12、スペーサ18及び位置モニタ用測長器27より構成されている。検出器13は対物レンズ4の上方にあり、検出器13の出力信号はプリアンプ31で増幅されAD変換器32によりデジタルデータとなる。画像処理部105は画像記憶部33、演算部37、欠陥判定部38より構成されている。取り込まれた電子線画像は、モニタ36に表示される。検査装置各部の動作命令及び動作条件は、制御部104から入出力される。予め制御部104に電子線発生時の加速電圧、電子線偏向幅、偏向速度、試料台移動速度、検出器の信号取り込みタイミング等の条件が入力されている。また、位置モニタ用測長器27の信号から補正信号を生成し、電子線が常に正しい位置に照射されるようレンズ電源や走査信号発生器25に補正制御回路28から補正信号を送る。

電界放出電子源1から放出された一次電子線は、電子銃レンズ2により所望の加速電圧まで加速された後、コンデンサーレンズ3、対物レンズ4で試料上に集束される。試料から反射した反射電子あるいは試料内で二次的に発生した二次電子は検出器13で検出された後、プリアンプ31で増幅され、AD変換器32でAD変換された後、画像記憶部33で記憶されるとともに、モニタ36で画像が表示される。一次電子線の偏向走査は制御部104により、走査信号発生器25

から送られる走査信号で一次電子線を制御することによって行われる。

電子源 1 には電界放出電子源を用いるが、特にパターンの回路検査には拡散補給型の熱電界放出電子源を用いたほうが望ましい。これにより明るさ変動の少ない比較検査画像が得られ、且つ電子線電流を大きくすることが可能なことから、

- 5 高速な検査が可能となる。各電子光学系の電子レンズは次のように制御される。一次電子線は電子銃レンズ 2 に電圧を印可することで、電子源 1 から引き出される。一次電子線の加速は電子源に電子源印可用高圧電源 2 1 から高圧の負の電圧を印可することでなされる。これにより、一次電子線はその電位に相当するエネルギー、たとえば 10 kV で試料台 1 1 方向に進む。 X-Y ステージ 1 1 とは
- 10 スペーサ 1 8 を介して電氣的に絶縁されたパレット 1 2 にはリターディング用高圧電源 2 9 により負の電圧を印加できるようになっており、パレット 1 2 に保持される試料 1 0 もパレット 1 2 と同電位に設定される。このリターディング用高圧電源 2 9 の電圧を調節することにより、試料 1 0 への電子線照射エネルギーを最適な値に調節することが容易になる。電子源 1 に電子源印加用高圧電源 2 1
- 15 から供給する加速電圧およびパレット 1 2 に印可する電圧は各電子光学系で等しくして、試料に入射する一次電子線のエネルギーを全電子光学系で等しくなるようにしている。一方、電子銃レンズ 2 内の引き出し電極に印加する電圧は各電子光学系で独立に調整できる構成とし、それぞれ電子銃電源 2 2 a、2 2 b、2 2 c から供給することによって、電子源からの放出電流を独立に制御することが
- 20 できる。電子銃レンズ 2 を通過した一次電子線はコンデンサレンズ電源 2 3 a、2 3 b、2 3 c および対物レンズ電源 2 4 a、2 4 b、2 4 c を独立に調整するこ

とによって、それぞれの電子光学系で一次電子線が任意の倍率でX-Yステージ11の上に搭載された被検査基板（ウェハあるいはチップ等）である試料10上に集束照射される。ここでX-Yステージ11は検査中連続移動する。

試料10の画像を取得するためには、細く絞った一次電子線を試料10に照射し、二次電子を発生させ、これらを一次電子線の走査及びステージの移動と同期して検出することで試料表面の画像を得る。本発明で述べるような自動検査には検査速度が速いことが必須となる。従って、通常のSEMのようにpAオーダーのビーム電流を低速で照射したりしない。そこで、通常のSEMに比べ約100倍以上の例えば100nAの大電流電子線の一回のみあるいは数回の走査により画像を形成する構成としている。例えば、一枚の画像は1000×1000画素を10msecで取得している。

チップ同士のパターンの比較は、3つの電子光学系を用いて異なるチップの同一パターン箇所をほぼ同時に照射することによって得られる画像から実時間でおこなうことができる。すなわち、画像処理系105では画像記憶部33aに記憶された第一電子光学系51からのパターン画像、画像記憶部33bに記憶された第二電子光学系52からのパターン画像および画像記憶部33cに記憶された第三電子光学系53からのパターン画像とを比較して回路基板上の欠陥判定を実時間で行う。まず、画像処理系105では画像記憶部33aおよび33bに記憶されたパターン画像を演算部37abで演算する。例えば、演算部37abは両画像の差を演算する機能を持ち、両画像の差がある閾値を越えた画像のアドレスを記憶する。例えば図1に示すように、アドレスPとアドレスQに欠陥があ

ると判定する。しかし、二つの画像比較ではどちらの画像に欠陥があるのかは判定できない。そこで、ほぼ同時に画像記憶部 3 3 b および 3 3 c に記憶されたパターン画像を演算部 3 7 b c で演算する。例えば図 1 に示すように、Q の位置だけに欠陥が表示されているとする。欠陥判定部 3 8 は、b の画像を含んだ画像比較では常に Q の位置に欠陥が現れるので、Q の位置の欠陥は 3 3 b の画像に含まれる欠陥であると判定する。また、P の位置の欠陥は 3 3 a の画像に含まれる欠陥であると判定する。このように 3 つの電子光学系を用いて異なるチップ間の同一パターン画像をほぼ同時に取得することにより、パターンの欠陥判定を実時間で行うことができる。ここでは、3 つの画像比較について説明したが、さらに 4 つ以上の画像を同時に比較する場合でも、ほぼ同様のアルゴリズムで欠陥のある画像を判定することができる。

次に、各光学系で得られた画像を順次比較して欠陥検出する画像処理系 1 0 5 の構成を図 3 に示す。半導体メモリーのパターンのように、チップ内で同一のパターンが繰り返し描かれている場合には、光学系毎に得られた画像を順次比較して欠陥を検出することができる。画像処理系 1 0 5 では、各光学系で画像記憶部 3 3 に記憶された画像と遅延回路 3 5 より一画像分の遅延をかけて画像記憶部 3 4 に記憶された画像との比較評価を行う。演算部 3 7 は例えば両画像の差を演算する機能を持ち、両画像の差がある閾値を越えた画像のアドレス P を欠陥判定部 3 8 に記憶する。アドレス P が前回の比較で欠陥として記憶されたアドレスと一致すると、欠陥判定部 3 8 はアドレス P の欠陥が画像記憶部 3 3 に記憶された画像に含まれる欠陥であると判定する。このような順序で回路基板上の欠陥探索

を行う構成としている。このように順次画像を比較して欠陥検出する場合でも、パターンの欠陥検査速度が電子光学系の数に比例して速くなり、電子光学系を多数配置すれば大幅に欠陥検査時間を短縮することができる。

次に、検出系が各電子光学系で独立に動作する手段について説明する。本発明

5   では、試料から発生した二次電子や反射電子 202 を電子線光軸 9 の電子源 1 側の方向に加速することにより二次電子や反射電子 202 が電子線光軸 9 の垂直方向へ広がり隣接光学系へ侵入することを防ぐようにした。試料 10 は負電位に設定され、一次電子線 201 は試料 10 の直前で急激に減速される。試料 10 から反射した反射電子あるいは試料 10 内で二次的に発生した二次電子は電子線

10   光軸 9 の方向へ加速される。一次電子線 201 が 10 kV から試料上で 500 eV まで減速されるとすると、反射電子あるいは二次電子は試料 10 と対向電極 19 間に印可された電圧 9.5 kV により加速される。試料 10 と対向電極 19 の間の距離を 5 mm とし、一次電子線の走査幅を 0.1 mm とすると、(2) 式より対向電極 19 の直径を約 5 mm 以上に設定することにより、試料から発生した二次

15   電子あるいは反射電子はすべて対向電極より内側の軌道を描き、隣接光学系への侵入を防止することができる。また、(3) 式より、開口部 47 の直径を約 1.6 mm 以上に設定することにより、50 eV 以下の反射電子あるいは二次電子を開口部 47 の内側を通過させることができる。反射電子あるいは二次電子は対物レンズ 4 を通過した後に、 $E \times B$  偏向器 8 により検出器 15 方向に偏向を受けて

20   検出器 15 で直接検出される。または、二次電子あるいは反射電子 202 は電子線光軸 9 の方向へ加速された後に  $E \times B$  偏向器 8 により反射板 7 方向に偏向

を受け、反射板 7 に衝突して第二の二次電子 203 を発生させ、その第二の二次電子 203 が反射板 7 より正電位に設定された検出器 13 で検出される。

また、一次電子線の試料照射角度を制限する絞り 20 の位置は検出器 13 あるいは検出器 15 より電子源側に設置され、二次電子あるいは反射電子が絞り 20 に

5 衝突することなく効率よく検出されるようにしている。

さらに、各電子光学系内で発生した電界および磁界を同一光学系内に封じ込めることにより、各光学系が独立に動作する手段について説明する。それぞれの電子光学系の外周部には導体磁性材で作られた遮蔽電極が接地されており、電子光学系の電磁界がほぼ同一光学系内で遮へいされている。すなわち、電子銃室 10

10 1 には電子源 1 および電子銃レンズ 2 の電磁界を遮蔽する遮蔽電極 16、中間室 102 にはコンデンサーレンズ 3、対物レンズ 4 および走査偏向器 6 などの電磁界を遮蔽する遮蔽電極 17 が設置されている。特に  $E \times B$  偏向器 8 および検出器 13 の電磁界が隣り合う光学系まで漏れていると、隣の光学系で発生した電子をも誘引してしまうので、特に  $E \times B$  偏向器 8 および検出器 13 近傍の電磁界

15 の遮蔽効果を高めるような構成としている。これらの遮蔽電極は外部の浮遊電磁界を遮蔽する効果をも持つ。遮蔽電極の形状は、電磁界の遮蔽効果があり電子線通路を高真空中に真空排気できる形状ならばどのような形でも良いが、例えば、図 9 に示すような円筒状のメッシュにしたり、図 10 に示すような円筒に真空排気用の孔が開けられているような物である。さらに遮蔽電極を二重構造かそれ以上

20 の多重構造にして、開口部が互い違いになっているような図 11 に示すような形状であれば、真空排気のコンダクタンスをほとんど劣化させずに、遮蔽効果をさ



らに向上させることができる。

次に、電子源を常に高真空で動作させる手段について説明する。本実施例では3本以上の電子光学系を一つの鏡体200内に設置するが、電子源1、電子源レンズ2を含む電子銃室101、中間室102及び試料室103の空間をそれぞれ別個の真空ポンプ42、43、44で真空排気する構成としている。それぞれの空間は独立で真空排気するのが望ましいが、試料10に照射する一次電子線201が通過する電子線通路は必要である。すなわち、電子銃室101と中間室102の間は開口部46、中間室102と試料室103の間は開口部47を通じて繋がっている。従って、特に電子源1から一次電子線201が出ている間はそれぞれの空間をできるだけ独立で真空排気するために、開口部46と開口部47を含む電子線通路が電子銃室101と中間室102、中間室102と試料室103あるいは電子銃室101と試料室103との間で最も大きなコンダクタンスを有する構成としている。この構成により、例えば電子銃室101はイオンポンプなどの超高真空ポンプで排気することによって常に $10^{-7}$  Pa 台程度の真空度が得られている。また、試料10の交換には試料室103に試料を挿入する前に、予め荒引きポンプにより試料10を別の空間で予備排気しているが、試料室103挿入時にはどうしても一時的に試料室103の真空度が低下してしてしまう。このような状況下でも、電子銃室101と試料室103とがそれぞれほぼ独立に真空排気できれば、試料室103の真空度低下が電子銃室101にはほとんど影響しないので、一次電子線201を放出している状態でも試料交換することができる。さらに、電子銃室101と中間室102の間に各電子光学系にバルブ41a、

4 1 b、4 1 c、4 1 d を設置し、各バルブを閉じれば、試料交換している状態でも電子銃の真空度は全く変化しないので、一次電子線 2 0 1 を放出している状態で試料交換することができる。

5     なお、本実施例において E × B 偏向器 8 を用いる検出手段の代わりに、検出面を電子線光軸 9 と垂直で電子線光軸を跨ぐように配置して電子線通路に孔を開けた反射電子、二次電子検出器を用いても良い。

   なお、本実施例では E × B 偏向器 8、反射板 7 及び検出器 1 3 を対物レンズ 4 と電子源 1 の間に置いたが、E × B 偏向器 8、反射板 7 及び検出器 1 3 を対物レンズ 4 と試料 1 0 の間に置いても、本実施例の目的を達成することが出来る。

10    また、本実施例では試料 1 0 は負電位に設定されていたが、試料 1 0 を接地した場合でも試料と他の電極との相対電位を本実施例と同じように設定すれば、本実施例の目的を達成することが出来る。

   また、本実施例では電子光学系の配置は特に限定しない。例えば、電子光学系を基盤の目状に並べても良いし、電子光学系を一行に配置する構成にしても良い。

15    第二の実施例は、電子レンズとして静電レンズを用いたものである。静電レンズは磁界レンズより小型化することができ、限られたスペースに電子光学系を多数個並べることができる。図 4 は本実施例の電子光学系を横から見た図である。図中では 2 つの電子光学系しか記載していないが、実際には 3 つ以上の電子光学系で構成される。本実施例は一次電子線 2 0 1 を試料入射直前で減速させる光学系に対するものであり、検出系は二次電子あるいは反射電子 2 0 2 が反射板 7 に  
20    衝突して発生した第二の二次電子 2 0 2 を検出する構成としている。試料 1 0 か

ら放出された二次電子あるいは反射電子202は加速されて、対物レンズ4により収束した後、ある広がりをもって反射板7に衝突して第二の二次電子203を発生させ、その第二の二次電子203を検出器13で検出する。検出器13は正電位に設定され、二次電子を検出器へ誘引する検出器電界を発生している。電極構成はここでは例えば、電子銃レンズ2として二電極構成の静電レンズ、コンデンサーレンズ3と対物レンズ4としては三電極構成のレンズを用いる構成としている。本実施例では、遮蔽電極16および17を電子レンズ支持としても用いている。遮蔽電極16の内周部に接するように電子銃レンズ2、コンデンサーレンズ3、対物レンズ4の位置を規定することができるので、各レンズを高精度に電子線光軸9上に位置決めすることが可能となっている。電界放出電子源1は碍子部を有するフランジを取り外すことにより、交換することができる。。フランジは高真空中に真空シールできるものを用い、その直径は34 mm から70 mm までの範囲である。

静電レンズの電極構成は上述の構成でなくても、静電レンズに電子源1から電子を放出させる引き出し電極と一次電子線を加速電圧まで加速あるいは減速する電極からなる電子銃レンズとしての機能、電子光学系の倍率を調節できるコンデンサーレンズとしての機能および一次電子線を試料上に収束させる対物レンズとしての機能があれば、どのような構成でも良い。例えば、三電極以上の多段レンズ一つでコンデンサーレンズと対物レンズの両機能あるいは電子銃レンズとコンデンサーレンズの両機能を備えるようにする構成としても良い。図5に示す第三の実施例は三電極の電子銃レンズ2一つで電子銃レンズとコンデンサーレ

レンズの二つの機能を持たせることによって、電子光学系をより小型にすることが可能になる。図5は本実施例の電子光学系の構成を横から見た図であり、図6は特に本実施例の電子銃室101および中間室102を斜め上方から見た図である。また、本実施例では反射電子あるいは二次電子202の検出器13として、

5 検出面を電子線光軸9と垂直で電子線光軸9を跨ぐように配置し、電子線通路に孔を開けたものを用いている。試料10に負の電圧を設定し、反射電子あるいは二次電子202を試料10放出後に加速させてから検出する。検出器13の形状は例えば、円環状のものや、電子線光軸9に対して対称に配置された複数の検出器を用いる。複数の検出器を用いた場合、検出器からの取得信号を選択すること

10 によって、試料からの出射方向を区別して検出することも可能である。

図7に示す第四の実施例では、対物レンズ4の一番電子源側の電極441は鏡体200と同電位の接地電位とし、試料への対向電極443を試料と同電位の負の電圧に設定している。さらに中間の電極442の電位を調整することによって、試料に一次電子線を収束させる機能としている。この構成では二次電子や反射電子202は対向電極443に達するまで電界による作用を受けず、対向電極443を通過後電子線光軸9の電子源側の方向に加速される。ここで対向電極443の開口部の直径をを試料間との距離より大きく、例えば2倍以上大きくすれば、大部分の電子は対向電極443に衝突せずに加速されて、検出器13で検出できる。図17に対向電極443と試料10間の距離 $L = 3\text{ mm}$ 、対向電極開口部の直径 $2R = 6\text{ mm}$ として、試料10対向電極を同電位に、対向電極443に対し中間電極442に $+9.5\text{ kV}$ を印可した場合の電位分布を差分法により求め、こ

15

20

の電位分布の下で二次電子軌道を計算した結果を示す。電位分布は等電位面 4 4  
4 で示されるような分布となる。図中に初期エネルギー 50 eV で試料に対して  
0° から 90° まで 1.0° 刻みの角度で出射した二次電子 202 の軌道を示すが、  
開口部を大きくとると、等電位面が試料側にしみ出すことによって、二次電子は  
5 対向電極に達する前に上方に加速されるようになり、試料に対しほぼ平行に出射  
した電子を含め、すべての二次電子を対向電極に衝突しないで電子源側に向かわ  
せることができる。

また、本実施例の電子源 1 を取り外して上から見た図を図 8 に示すが、電子銃  
室 101 は電子源毎に区切られており、それぞれ別個の真空ポンプで排気できる  
10 構成としている。バルブ 41 を閉めることにより、それぞれの電子源を独立に大  
気圧状態にすることができる。この機能により、他の電子源を高真空の状態に保  
ったままで、電子源 1 の交換をすることができる。

なお、上記第一から第四までの実施例においては電子光学系を 3 組ないし 4 組  
搭載している場合について説明しているが、もちろん 5 組以上の電子光学系、例  
15 えば 10 組の電子光学系が搭載されている構成でも、容易に本発明の目的を達成  
することが出来る。

また、上記第二から第四までの実施例においては、実際の静電レンズの形状は  
電子線通路から絶縁物部分が見えないような形状としているが、図中では単純化  
のため静電レンズの形状を平板上のもので説明した。

20 また、上記第二から第四までの実施例において、便宜上、コンデンサーレンズ  
電源 23 及び対物レンズ電源 24 は図中の真空内に置いたが、実際は真空外に設

置されている。

さらに、本発明で複数の電子源を高真空に保つ構成とそれぞれの電子光学系で二次電子や反射電子を電子光学系内で独立に高精度検出できる構成は、電子線を用いた電子線描画装置やパターン寸法を測定する走査型電子顕微鏡などの各種

5 の電子線応用装置にも、同様の構成で適用することができる。さらに、電子線だけでなく、イオンビームを含めた荷電粒子線応用装置にも、複数の荷電粒子源を高真空に保つ構成とそれぞれの荷電粒子光学系で荷電粒子照射により二次的に発生した荷電粒子を同一荷電粒子光学系内で高精度検出できる構成は、本発明と同様の構成で実現することができる。これらの場合には、2個以上の電子光学系

10 あるいは荷電粒子光学系を有する装置に対して本発明を適用することができる。

#### 産業上の利用可能性

以上説明したように、本発明にかかるパターン検査装置では半導体ウェハ上の回路パターンを検査する検査装置に有用であり、パターン検査を高速、且つ正確

15 に行うことを目的としたパターン検査装置へ適用することに適している。

## 請求の範囲

1. 少なくとも3つの電子源群と、前記電子源からそれぞれパターンが形成された試料上の異なる位置に収束する電子レンズ群と、収束した電子線を前記試料上で走査する偏向器群と、前記試料から各々発生する2次荷電粒子を信号として検出する検出器群と、検出した信号に基づいてそれぞれのパターンの画像記憶する記憶部と、記憶された画像読み出して比較し欠陥を判定する回路を有することを特徴とするパターン検査装置
2. 鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれ電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれの電子光学系内の電界あるいは磁界をそれぞれの電子光学系内に遮蔽する手段を有することによって、それぞれの電子光学系内で発生した二次荷電粒子を該電子光学系内で検出して回路パターンを画像化し、複数の画像を比較して該回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置
3. 鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれ電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれの電子光学系内で、該試料より発生した二次荷電粒子を加速して検出することによって、それぞれの電子光学系内で発生した二次荷電粒子を該電子光学系内で検出して回路パターンを画像化し、複数の画像を比較して該回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置
4. 鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一

次電子線をそれぞれの電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれ電子光学系内で、該一次電子線を該試料照射する直前に減速させるとともに該試料より発生した二次荷電粒子を試料放出直後に加速し、試料と検出器の間に設けたE×B偏向器により該二次荷電粒子を検出器

- 5 方向に偏向して検出することによって回路パターンを画像化し、複数の画像を比較して該回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置

5. 鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれの電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれな電子光学系内で、該一次電子線を該試料照射する直前に減速させるとともに該試料より発生した二次荷電粒子を試料放出直後に加速し、該二次荷電粒子を反射板に衝突させて第二の二次電子を発生させ、該反射板より正電位に設定した検出器に該第二の二次電子を誘引して検出することによって回路パターンを画像化し、複数の画像を比較して該回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置

- 15 6. 鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれの電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれの電子光学系内で発生した二次電子あるいは反射電子を該電子光学系内で検出して画像化し、複数の画像を比較して該回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置において、該電子源近傍を試料室近傍とはほぼ独立に真空排気することにより、一次電子線を放出している状態で該基板を交換することができることを特徴とするパターン検査装置
- 20



7. 同一の鏡体の中で3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれ独立の電子光学系を用いて回路パターンが形成された基板上を走査する手段を有し、それぞれの電子光学系内で発生した二次電子あるいは反射電子を該電子光学系内で検出して画像化し、複数の画像を比較して該
- 5 回路パターンの欠陥判定をすることを特徴とするパターン検査装置において、それぞれの電子光学系ごとに該電子源近傍を試料室近傍との間にバルブを設置することにより、一次電子線を放出している状態で該基板を交換することができることを特徴とするパターン検査装置
8. 電子源は電界放出電子源であることを特徴とする請求の範囲第2項から第
- 10 6項記載のパターン検査装置
9. 電子光学系は静電レンズだけで構成されることを特徴とする請求の範囲第2項から第6項記載のパターン検査装置
10. 少なくとも3つの電子源を有し、前記電子源から放出された一次電子線をそれぞれ独立の電子光学系を用いて試料に照射する電子線応用装置において、該
- 15 電子源近傍を試料室近傍とは別個の真空ポンプで真空排気することを特徴とする電子線応用装置
11. 電子源近傍と試料室近傍はそれぞれ独立に真空排気することを特徴とする請求の範囲第10項記載の電子線応用装置
12. 電子源から一次電子線を放出している間は、一次電子線の通過する通路
- 20 が電子源近傍と試料室近傍との間で最も大きなコンダクタンスを有する通路であることを特徴とする請求の範囲第10項記載の電子線応用装置

13. 電子源と試料室の間に電子源と同数のバルブを配置して一次電子線が通過する通路を遮断することによって、電子源近傍と試料室近傍を独立に真空排気することを特徴とする請求の範囲第10項から第12項記載の電子線応用装置  
電子線応用装置

5 14. 少なくとも3つの電子源を有し、前記電子源から放出された一次電子線をそれぞれ独立の電子光学系を用いて試料に照射する電子線応用装置において、それぞれの電子光学系内の電界あるいは磁界を同一電子光学系内に遮蔽する遮蔽電極を有し、該遮蔽電極は該遮蔽電極の内側の空間を高真空排気できるような構造を有することを特徴とする電子線応用装置

10 15. 少なくとも3つの電子源を有し、前記電子源から放出された一次電子線をそれぞれ独立の電子光学系を用いて試料に照射する手段と、それぞれ前記電子光学系内にそれぞれ一次電子線を遮蔽する遮蔽手段と、前記それぞれの遮蔽手段内に二次荷電粒子を試料より正電位に誘引して検出する検出手段を具備したことを特徴とする電子線応用装置

15 16. 前記遮蔽手段は、試料から発生した二次電子が検出器で検出されるまでの空間を囲むように遮蔽電極を配置し、該遮蔽電極の形状は該遮蔽電極の内側の空間を高真空排気できるような構造であることを特徴とする請求の範囲第15項記載の電子線応用装置

17. 3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線  
20 をそれぞれ独立の電子光学系を用いて試料に照射する手段と、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子をそれぞれの電子光学系に独立に設けられた検出

器で検出する手段を有する電子線応用装置において、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速した後に検出する手段により該二次電子あるいは反射電子を同一の電子光学系内の検出器で収集することを特徴とする電子線応用装置

- 5 18. 3つ以上の電子源を有し、該3つ以上の電子源から放出された一次電子線をそれぞれ独立の電子光学系を用いて試料に照射する手段と、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子をそれぞれの電子光学系に独立に設けられた検出器で検出する手段を有する電子線応用装置において、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速した
- 10 後に反射板に衝突させ、第二の二次電子を発生させる手段と該反射板より正電位に設定した検出器に該第二の二次電子を誘引して検出する手段により該二次電子あるいは反射電子を同一の電子光学系内の検出器で収集することを特徴とする電子線応用装置

19. 電子源は電界放出電子源であることを特徴とする請求の範囲第10、1
- 15 3、14、15、17、18項のいずれか記載の電子線応用装置

20. 電子光学系は静電レンズだけで構成されることを特徴とする請求の範囲第10、14、15、17、18項いずれか記載の電子線応用装置

21. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射エネルギー $eV$ で照射する手段と、該試料と該試料と距離 $L$ を隔てて対向する対向電極間に電圧 $U$ を印可
- 20 して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、該対向電極の直径 $D1$ を、

D1  $\geq 4\sqrt{\frac{eV}{eU}}L$  とおくことを特徴とする電子線応用装置

22. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該一次電子線を該試料上で走査幅Sで走査する手段と、該試料と該試料と距離Lを隔てて対向する対向電極間に電圧Uを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、該対向電極の直径D1を、  
5 D1  $\geq 4\sqrt{\frac{eV}{eU}}L+S$  とおくことを特徴とする電子線応用装置

23. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該試料と該試料と距離Lを隔てて対向する対向電極間に電圧Uを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、エネルギーeV以下の該二次電子あるいは反射電子を検出するために該対向電極の開口部の直径D2を、  
10 D2  $\geq 4\sqrt{\frac{eV}{eU}}L$  とおくことを特徴とする電子線応用装置

24. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該一次電子線を該試料上で走査幅Sで走査する手段と、該試料と該試料と距離Lを隔てて対向する対向電極間に電圧Uを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、エネルギーeV以下の該二次電子あるいは反射電子を検出するために該対向電極の開口部の直径D2を、  
15 D2  $\geq 4\sqrt{\frac{eV}{eU}}L+S$  とおくことを特徴とする電子線応用装置

## 線応用装置

25. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該試料と該試料と距離 $L$ を隔てて対向する対向電極間に電圧 $U$ ボルトを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、エネルギー50 エレクトロンボルト以下の該二次電子あるいは反射電子を検出するために該対向電極の開口部の直径 $D_2$ を、

$$D_2 \geq 4\sqrt{\frac{50}{U}}L \quad \text{とおくことを特徴とする電子線応用装置}$$

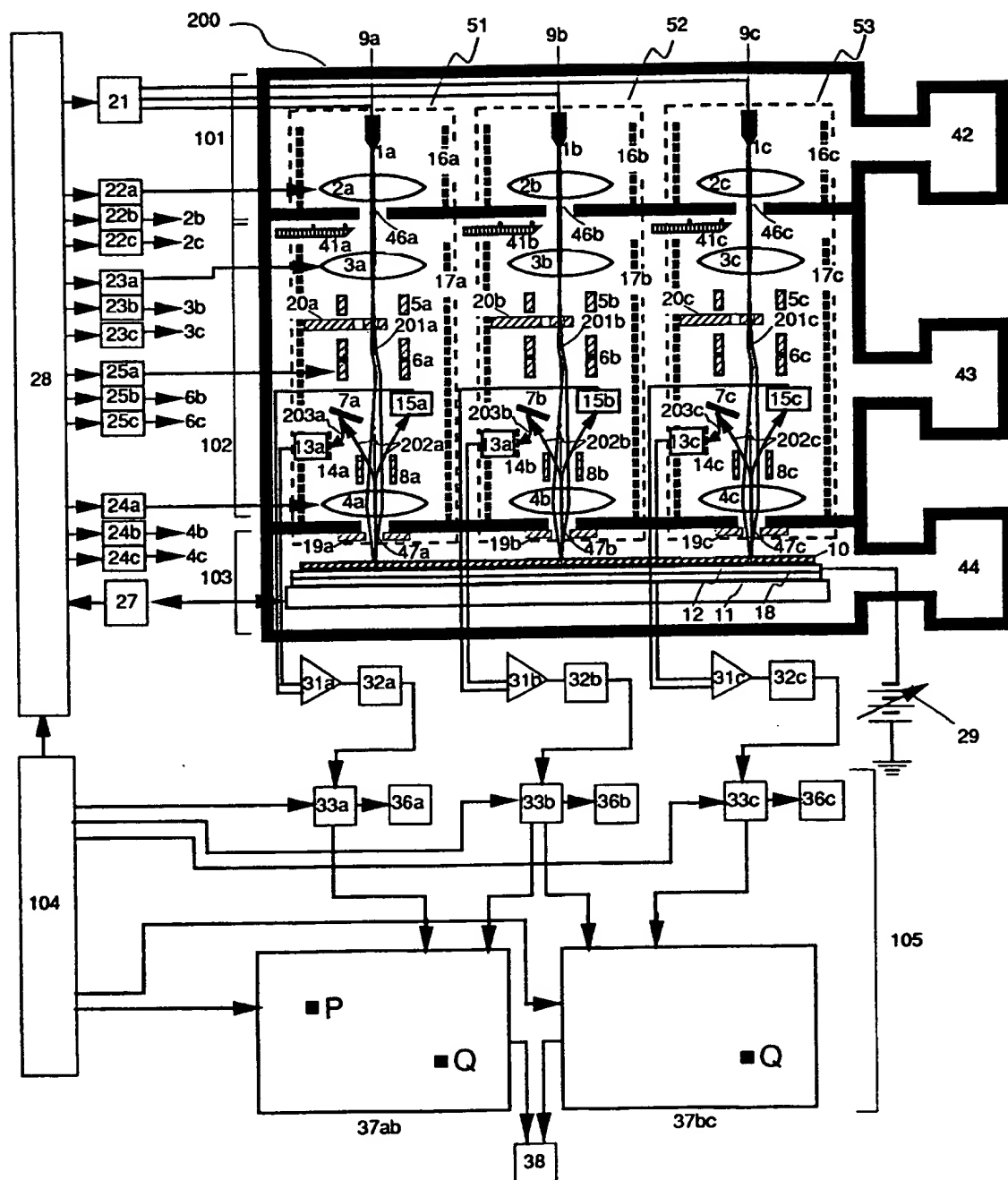
26. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該一次電子線を該試料上で走査幅 $S$ で走査する手段と、該試料と該試料と距離 $L$ を隔てて対向する対向電極間に電圧 $U$ ボルトを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を試料放出直後に電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、エネルギー50 エレクトロンボルト以下の該二次電子あるいは反射電子を検出するために該対向電極の開口部の直径 $D_2$ を、 $D_2 \geq 4\sqrt{\frac{50}{U}}L + S$  とおくことを特徴とする電子線応用装置

27. 電子源から放出された一次電子線を試料に照射する手段と、該一次電子線を該試料上で走査幅 $S$ で走査する手段と、該試料と該試料と対向する対向電極とを同電位に設定し、対向電極より電子源側に配置される電極と対向電極との間に電圧ボルトを印可して、該試料より発生した二次電子あるいは反射電子を電子線光軸の電子源側の方向に加速する手段を有し、対向電極の開口部の直径を試料間との距離の2倍より大きく設定したことを特長とする電子線応用装置

置。

1/10

図 1



2/10

図 2

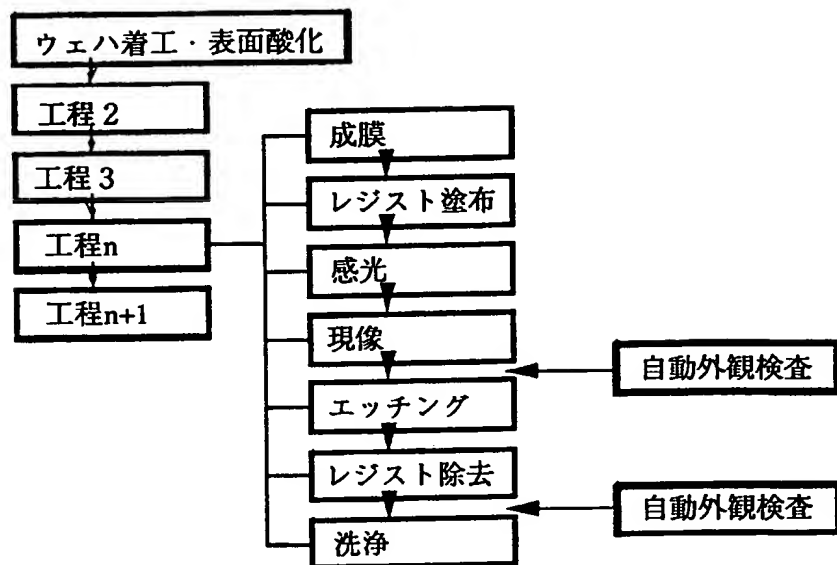
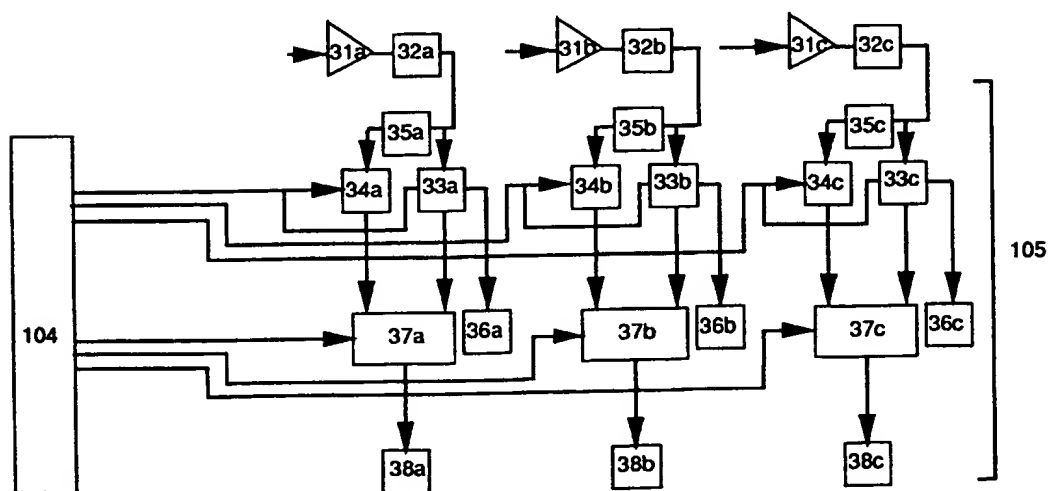


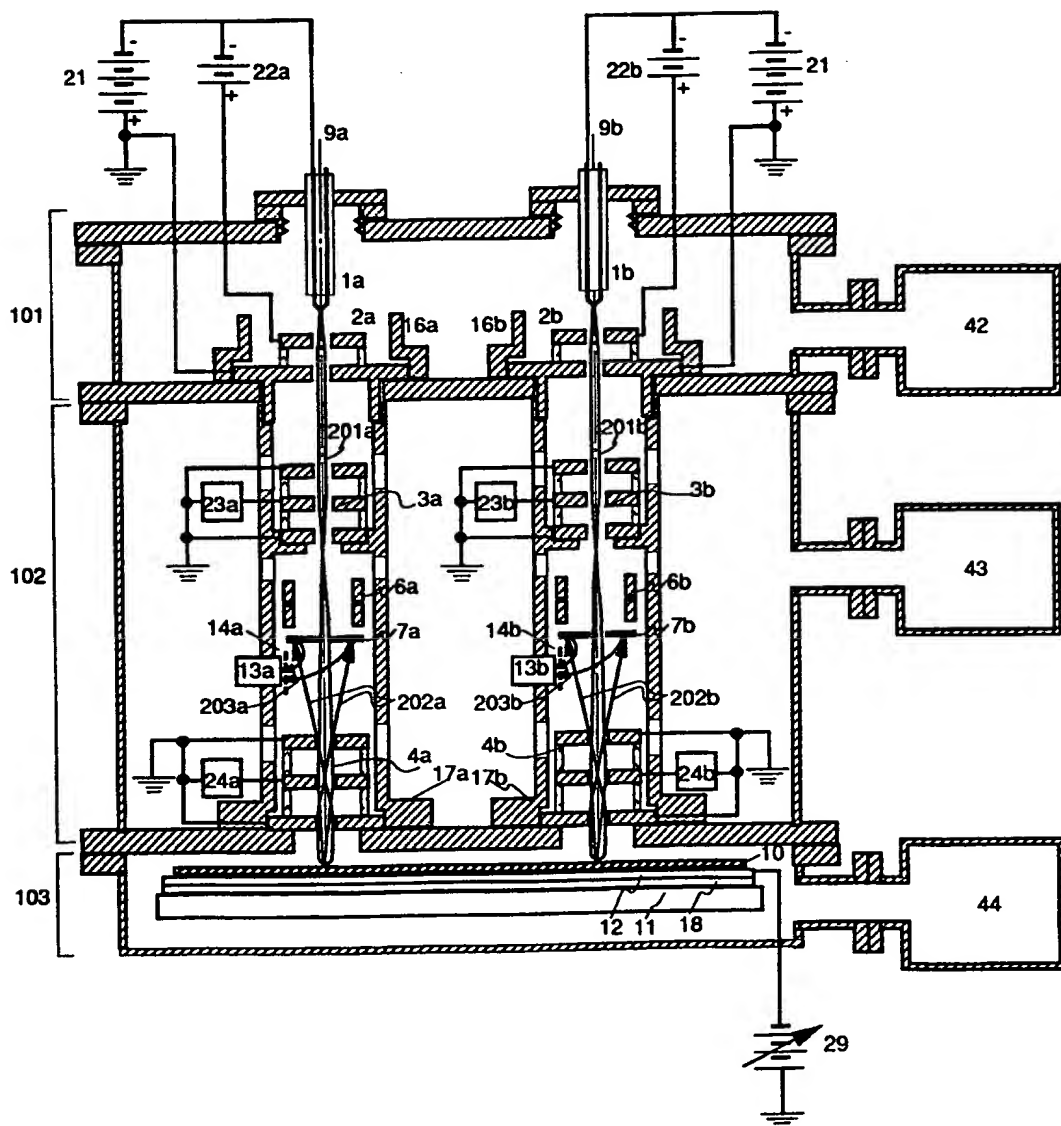
図 3





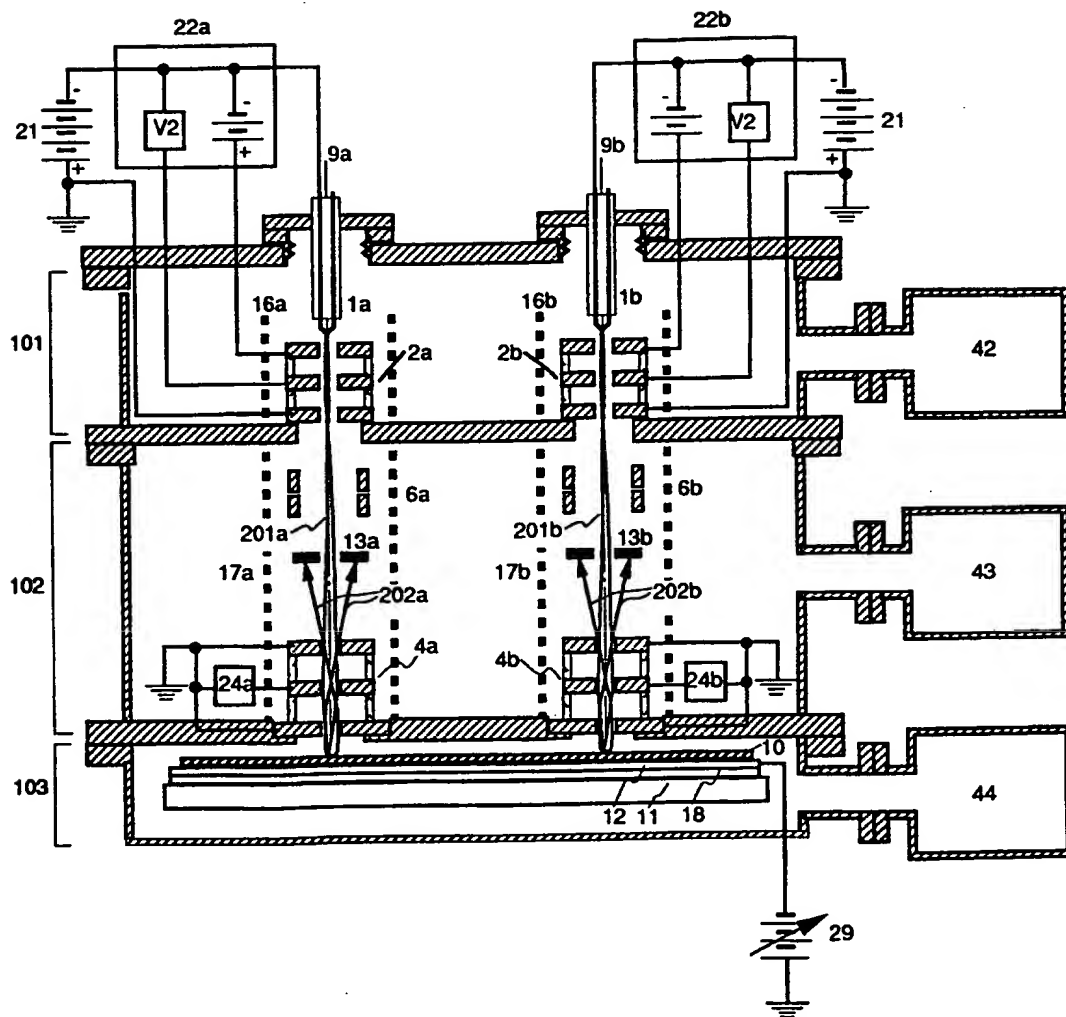
3/10

図 4



4/10

図 5



5/10

図 6

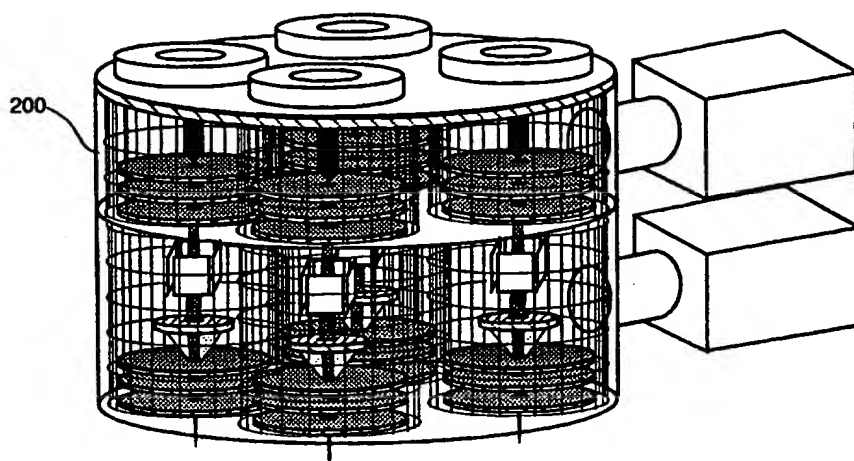
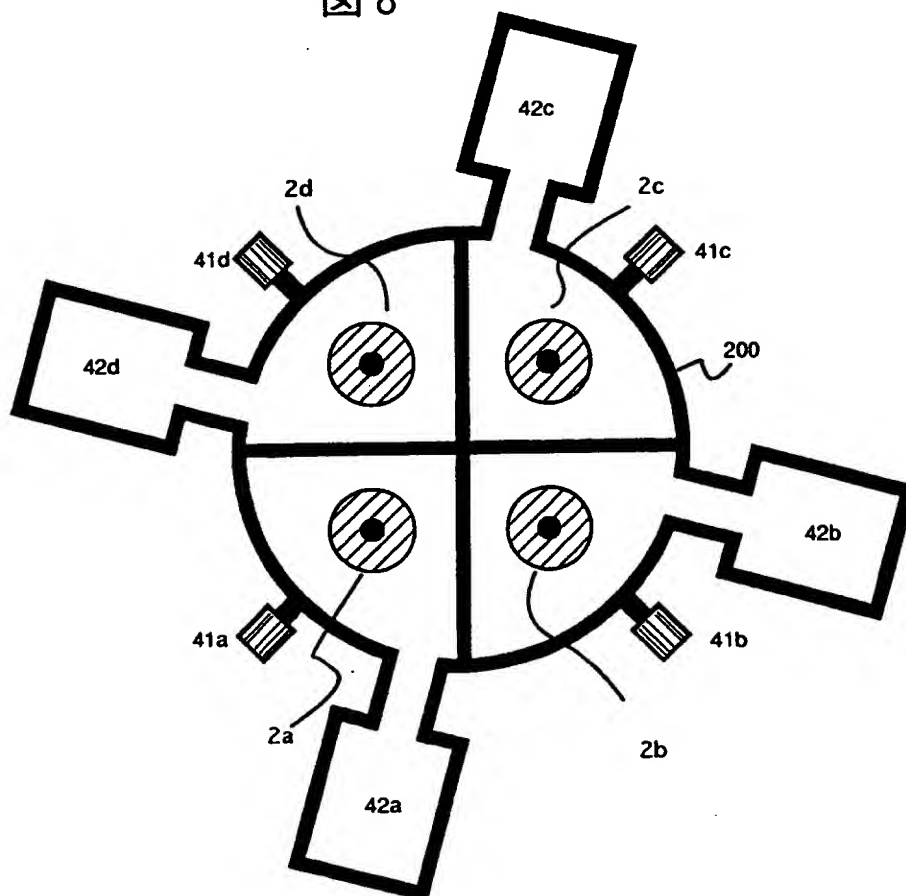
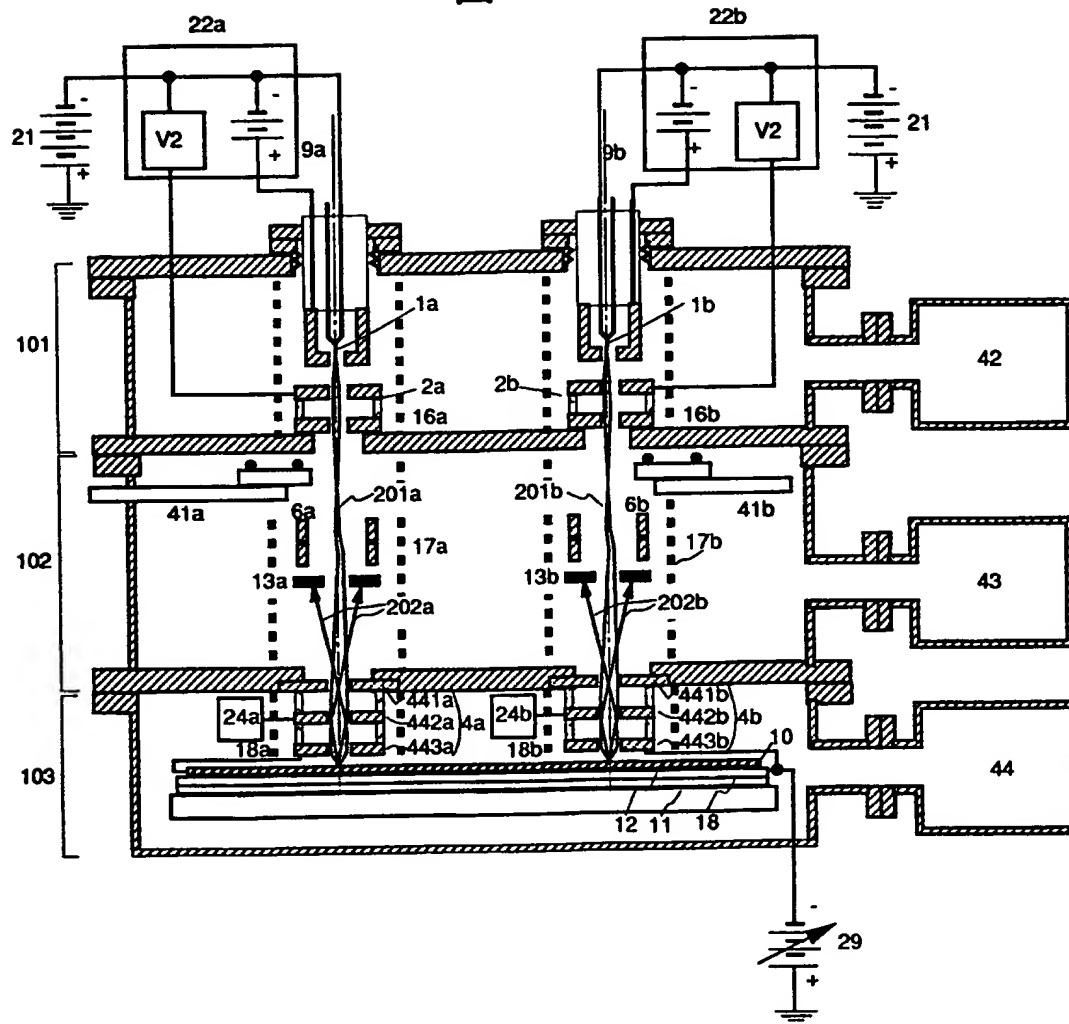


図 8



6/10

図 7



7/10

図 9

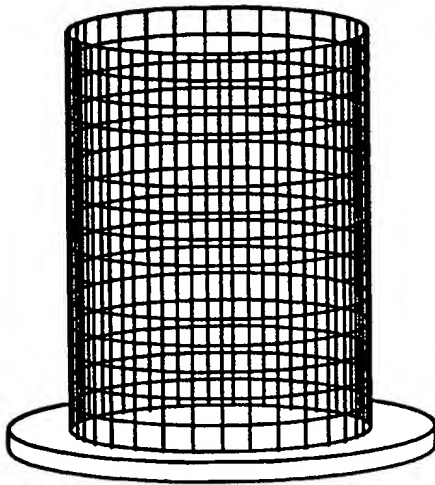


図 1 1

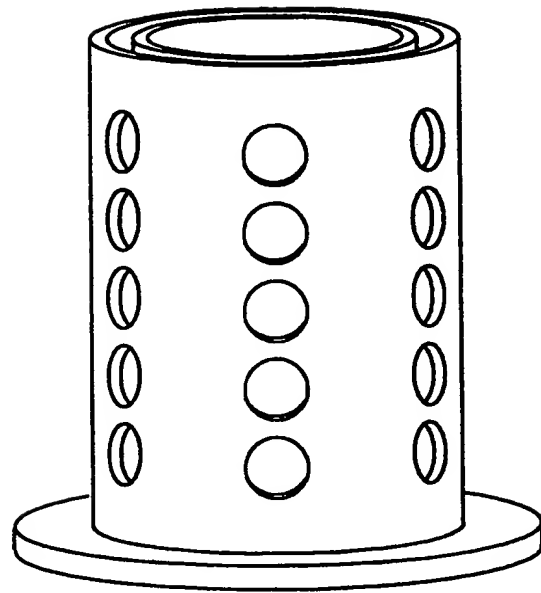
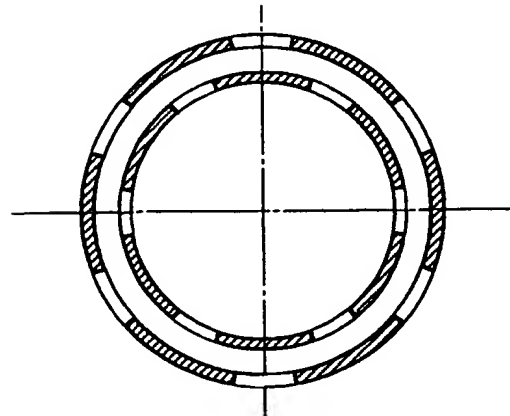
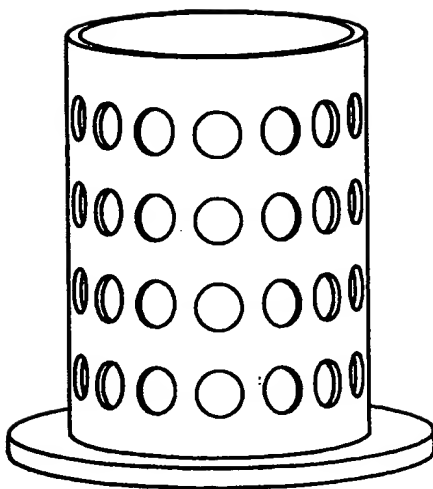


図 1 0



8/10  
図 1 2

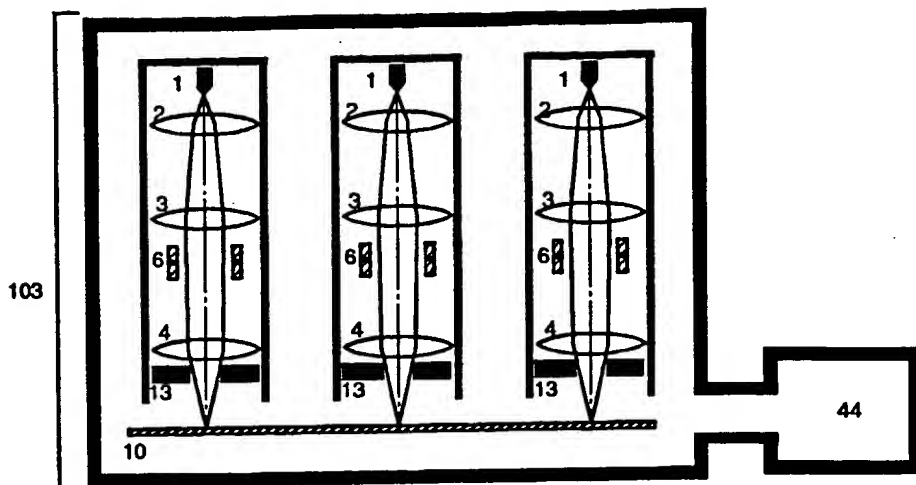


図 1 3

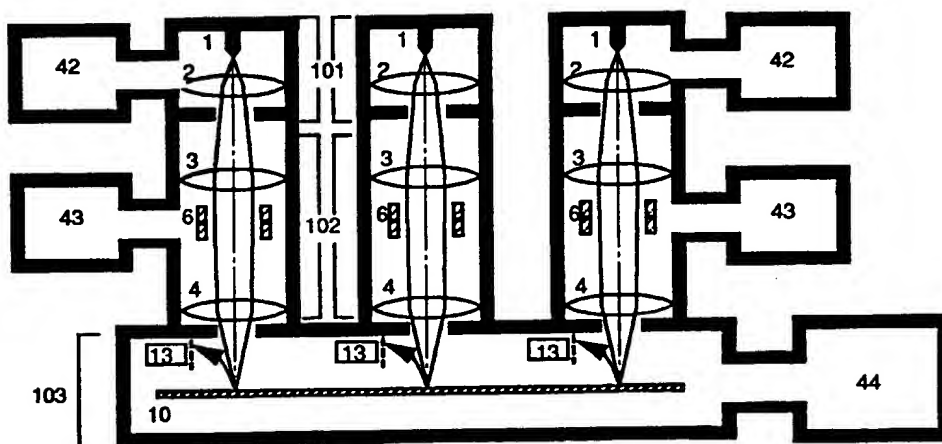
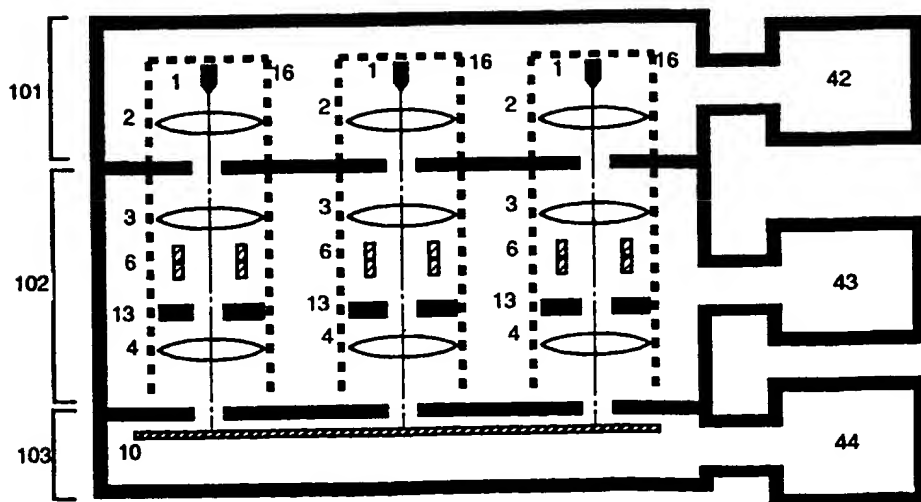


図 1 4



9/10

図 1 5

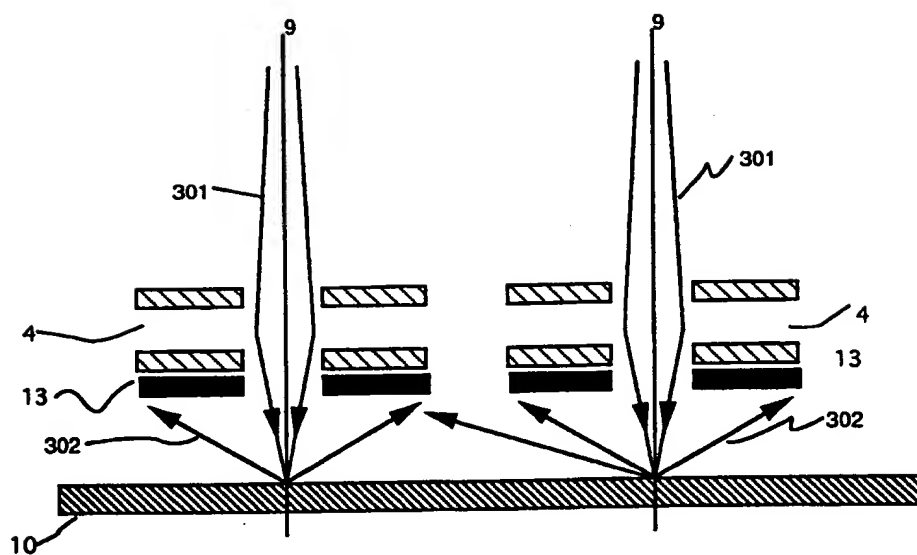
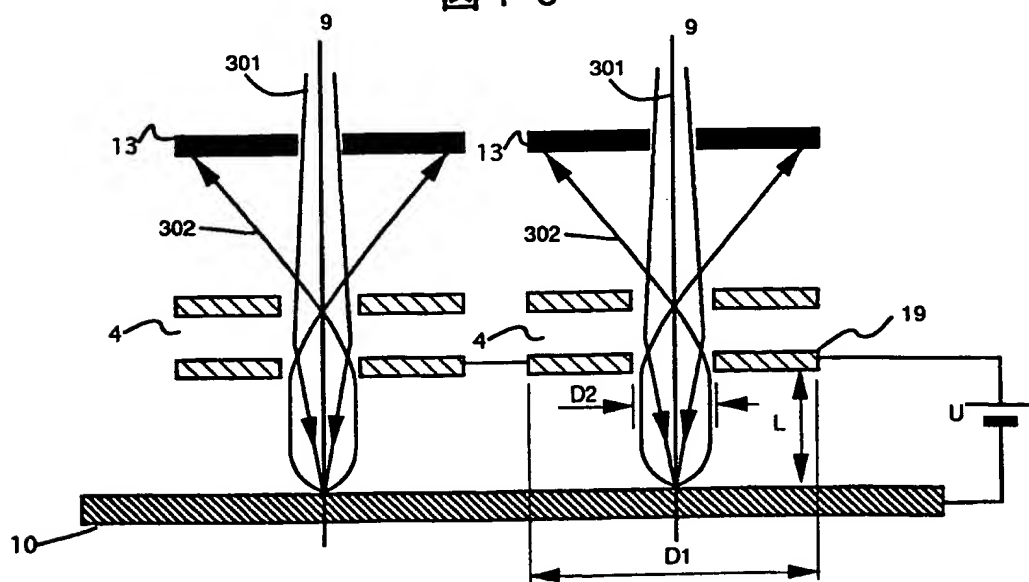
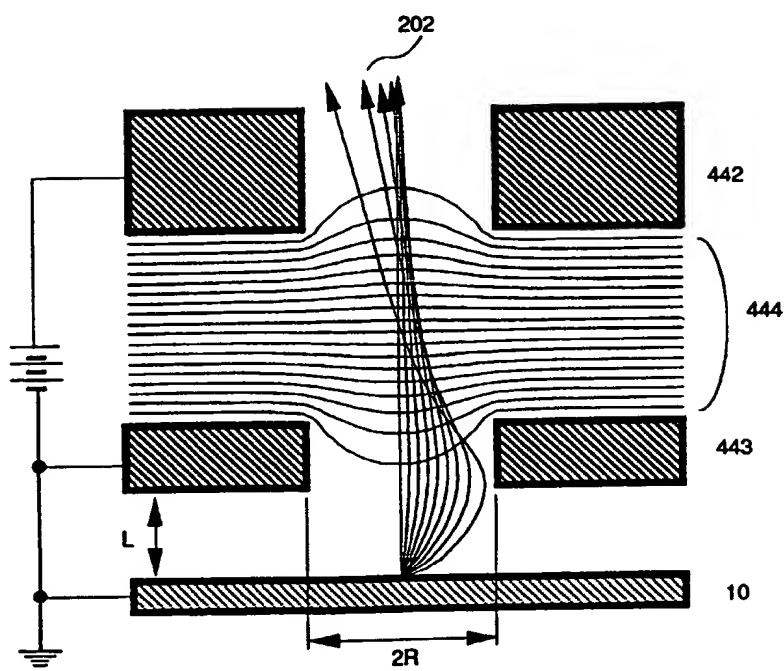


図 1 6



10/10

図17





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01402

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>6</sup> G01N23/225, H01L21/66, H01J37/16, H01J37/18, H01J37/244,  
H01J37/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>6</sup> G01N23/225, H01L21/66, H01J37/16, H01J37/18, H01J37/244,  
H01J37/28, G01N21/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-1998  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1997 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP, 59-6537, A (Hitachi, Ltd.), January 13, 1984 (13. 01. 84), Page 2, upper left column, line 14 to lower right column, line 10 ; Fig. 1 (Family: none)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27
Y A	JP, 3-179242, A (Hitachi, Ltd.), August 5, 1991 (05. 08. 91), Page 1, lower left column, line 5 to lower right column, line 1 ; Fig. 1 (Family: none)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27
Y A	JP, 63-83605, A (Sony Corp.), April 14, 1988 (14. 04. 88), Page 1 lower left column, lines 7 to 16 ; Fig. 1 (Family: none)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not  
considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
cited to establish the publication date of another citation or other  
special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
means  
"P" document published prior to the international filing date but later than  
the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority  
date and not in conflict with the application but cited to understand  
the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered novel or cannot be considered to involve an inventive step  
when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
considered to involve an inventive step when the document is  
combined with one or more other such documents, such combination  
being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
May 12, 1998 (12. 05. 98)

Date of mailing of the international search report  
June 2, 1998 (02. 06. 98)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP98/01402

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 2-142045, A (Hitachi, Ltd.), May 31, 1990 (31. 05. 90), Page 1, lower left column, line 5 to lower right column, line 15 ; Page 2, lower right column, line 13 to Page 3, lower left column, line 4 ; Fig. 1 (Family: none)	3, 4, 17
Y	JP, 3-187146, A (Hitachi, Ltd.), August 15, 1991 (15. 08. 91), Page 3, upper left column, line 15 to lower right column, line 11 ; Fig. 1 & US, 5134289, A & EP, 434370, B1	8, 9, 19, 20
Y	JP, 6-60841, A (Nikon Corp.), March 4, 1994 (04. 03. 94), Page 4, left column, lines 16 to 31 ; Fig. 1 & US, 5396067, A	6, 10, 11, 12
Y	JP, 50-115469, A (Hitachi, Ltd.), September 10, 1975 (10. 09. 75), Page 2, lower left column, line 1 to lower right column, line 9 ; Fig. 2 (Family: none)	7, 13
Y A	JP, 4-147548, A (Nikon Corp.), May 21, 1992 (21. 05. 92), Page 3, upper left column, line 12 to upper right column, line 8 ; Fig. 1 (Family: none)	14 16
A	JP, 9-172046, A (Seiko Epson Corp.), June 30, 1997 (30. 06. 97), Page 1, right column, lines 17 to 23 ; Fig. 1 (Family: none)	2, 14, 15

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>\*</sup> G01N23/225, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01L21/66, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/16, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/18, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/244,  
Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/28

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. <sup>\*</sup> G01N23/225, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01L21/66, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/16, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/18, Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/244,  
Int. Cl. <sup>\*</sup> H01J37/28, Int. Cl. <sup>\*</sup> G01N21/88

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-1997年  
日本国登録実用新案公報 1994-1998年  
日本国実用新案登録公報 1996-1998年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, 59-6537, A (株式会社日立製作所) 13. 1月. 1984 (13. 01. 84), 第2頁左上欄第14行-右下欄第10行, 及び Fig. 1 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27
Y A	JP, 3-179242, A (株式会社日立製作所) 5. 8月. 1991 (05. 08. 91), 第1頁左下欄第5行-右下欄第1行, 及び Fig. 1 (ファミリーなし)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12. 05. 98

国際調査報告の発送日

02.06.98

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

門田 宏



2 J

3 2 5 1

電話番号 03-3581-1101 内線 3251

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP, 63-83605, A (ソニー株式会社) 14. 4月. 1988(14. 04. 88), 第1 頁左下欄第7-16行, 及び Fig. 1(ファミリーなし)	1, 3, 4, 6-14, 17, 19, 20 2, 5, 15, 16, 18 21-27
Y	JP, 2-142045, A (株式会社日立製作所) 31. 5月. 1990(31. 05. 90), 第1頁左下欄第5行-右下欄第15行, 第2頁右下欄第13行-第3頁左下欄 第4行 及び Fig. 1(ファミリーなし)	3, 4, 17
Y	JP, 3-187146, A (株式会社日立製作所) 15. 8月. 1991(15. 08. 91), 第3頁左上欄第15行-右下欄第11行, 及び Fig. 1 & US, 5134289, A & EP, 434370, B1	8, 9, 19, 20
Y	JP, 6-60841, A (株式会社ニコン) 4. 3月. 1994(04. 03. 94), 第4頁 左欄第16-31行, 及び Fig. 1 & US, 5396067, A	6, 10, 11, 12
Y	JP, 50-115469, A (株式会社日立製作所) 10. 9月. 1975(10. 09. 75), 第2頁左下欄第1行-右下欄第9行, 及び Fig. 2(ファミリーなし)	7, 13
Y A	JP, 4-147548, A (株式会社ニコン) 21. 5月. 1992(21. 05. 92), 第3 頁左上欄第12行-右上欄第8行, 及び Fig. 1(ファミリーなし)	14 16
A	JP, 9-172046, A (セイコーエプソン株式会社) 30. 6月. 1997(30. 0 6. 97), 第1頁右欄第17-23行, 及び Fig. 1(ファミリーなし)	2, 14, 15